



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 197 06 114 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 04 B 11/00
F 04 B 1/20
F 04 B 1/04

21 Aktenzeichen: 197 06 114.1-15
22 Anmeldetag: 17. 2. 1997
43 Offenlegungstag: 20. 8. 1998
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 1. 2. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

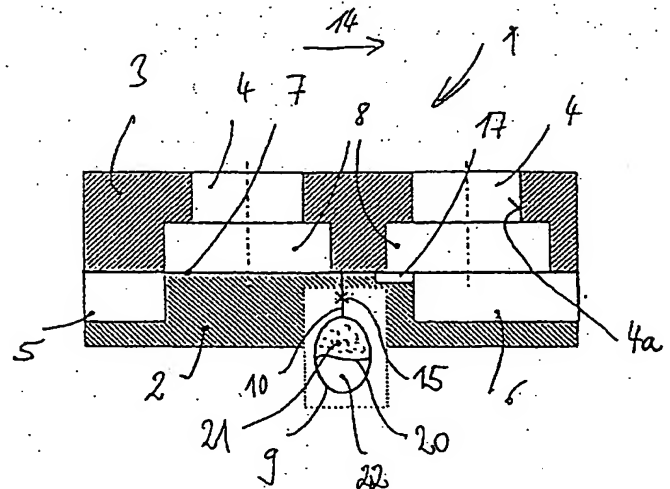
72 Erfinder:
Angert, Roland, Dr.-Ing., 64319 Pfungstadt, DE;
Hofmann, Richard, Dipl.-Ing., 63755 Alzenau, DE;
Welschhof, Bernward, Dr.-Ing., 63762 Großostheim,
DE; Dörr, Hans-Dieter, Dipl.-Ing. (FH), 64372
Ober-Ramstadt, DE; Bergmann, Christian, Dipl.-Ing.
(FH), 63768 Hösbach, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 33 19 822 C2
DE-AS 12 11 943
DE 42 29 544 A1
DE-OS 15 28 367

54 Vorrichtung zur Pulsationsverminderung an einer hydrostatischen Verdrängereinheit

57 Vorrichtung zur Pulsationsverminderung an einer, insbesondere als Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine ausgebildeten hydrostatischen Verdrängereinheit (1), die sowohl als Pumpe als auch als Motor mit jeweils umkehrbarer Drehrichtung einsetzbar ist, wobei mindestens ein Kolben in einer Zylinderbohrung (4a) längsverschieblich gelagert ist und einen Zylinderraum (4) bildet und wobei die Vorrichtung ein Speicherelement (9) aufweist, das mit dem Zylinderraum (4) über einen Verbindungskanal (10) in Verbindung bringbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität des Speicherelements (9) gegenüber einem ölgefüllten Speicherelement vergrößert und/oder mindestens ein weiterer Verbindungskanal (30) vorgesehen ist, der den Zylinderraum (4) mit dem Speicherelement (9) oder mit einer Steuereinheit (6) der Verdrängereinheit (1) verbindet, wobei in dem weiteren Verbindungskanal (30) eine drosselnde Einrichtung (35) angeordnet ist.



DE 197 06 114 C 2

BEST AVAILABLE COPY

DE 197 06 114 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Pulsationsverminderung an einer, insbesondere als Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine ausgebildeten hydrostatischen Verdrängereinheit, die sowohl als Pumpe als auch als Motor mit jeweils umkehrbarer Drehrichtung einsetzbar ist, wobei mindestens ein Kolben in einer Zylinderbohrung längsverschieblich gelagert ist und einen Zylinderraum bildet und wobei die Vorrichtung ein Speicherelement aufweist, das über einen Verbindungskanal mit dem Zylinderraum in Verbindung bringbar ist.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Pulsationsminderung an einer, insbesondere als Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine ausgebildeten hydrostatischen Verdrängereinheit, die sowohl als Pumpe als auch als Motor mit jeweils umkehrbarer Drehrichtung einsetzbar ist, wobei mindestens ein Kolben in einer Zylinderbohrung längsverschieblich gelagert ist und einen Zylinderraum bildet und wobei die Vorrichtung eine zwischen einer Niederdruck- und einer Hochdruckseite angeordnete, mit einem in Richtung zur Hochdruckseite öffnenden Ventil versehene Vorkompressionseinrichtung aufweist, die eine Verbindung des Zylinderraums mit der Hochdruckseite herstellt, sobald der Druck im Zylinderraum den Druck an der Hochdruckseite übersteigt.

Hydrostatische Verdrängereinheiten dieser Art weisen in der Regel mehrere Zylinderräume auf und liefern einen nicht konstanten, pulsierenden Volumenstrom. Eine der Ursachen dieser Pulsationen im Volumenstrom der Verdrängereinheit ist auf die kinematische Bedingungen zurückzuführen. Bei derartigen Maschinen wird das Druckfluid durch mehrere Kolben, die in Zylindern längsverschiebbar sind und nach dem Verdrängerprinzip arbeiten, von der den Niederdruck führenden Einlaßseite auf die den Hochdruck führende Auslaßseite gefördert. Durch die Überlagerung der Einzelvolumenströme zum Gesamtvolumenstrom der Verdrängereinheit ergibt sich eine Pulsation im Förderstrom. Diese Art der Pulsation wird als kinematische Pulsation bezeichnet.

Eine weitere Ursache für die Entstehung von Pulsationen ist die kinetische Pulsation, die durch die Kompressibilität des zu fördernden Mediums entsteht und die vor allem bei hohen Druckunterschieden zwischen der Einlaß- und der Auslaßseite auftritt. Diese Art der Pulsation beruht auf Druckausgleichsströmen, die während der Umsteuervorgänge der Zylinderräume von der Einlaß- auf die Auslaßseite auftreten. Bewegt sich beispielsweise ein Zylinderraum einer rotierenden Zylindertrommel von der unter Niederdruck stehenden Einlaßseite auf die unter Hochdruck stehende Auslaßseite, durchläuft der Zylinderraum an dem entsprechenden Totpunkt der Bewegung des Kolbens einen Bereich, in dem der Zylinderraum kurzzeitig ohne Verbindung zur Niederdruck- und zur Hochdruckseite steht. Bei der darauffolgenden Verbindung des Zylinderraums mit der Hochdruckseite treten aufgrund des zwischen dem Zylinderraum und der Hochdruckseite anstehenden Druckunterschieds Volumenströme auf. Bei der weiteren Bewegung der Zylinderräume durchläuft der Zylinderraum ebenfalls einen Bereich, in dem der Zylinderraum ohne Verbindung zur Hochdruck- und Niederdruckseite steht. Bei der Umsteuerung in die Niederdruckseite treten somit ebenfalls hohe Druckunterschiede auf. Hierdurch entstehen Pulsationen, die zu Vibrationen und zu Geräuschen an der Verdrängereinheit führen.

Zur Minderung der Pulsation sind Maßnahmen bekannt, die zum einen eine Anpassung des Druckes in den Zylinderräumen an den Druck an einer mit Hochdruck beaufschlagten Auslaßseite durch die Kinematik des Kolbens vorsehen.

Die Anpassung des Druckes kann beispielsweise durch eine Vorkompression des Zylinderraums erzielt werden. Hierzu ist zwischen der Einlaßseite und der Auslaßseite eine Vorkompressionseinrichtung angeordnet, wobei der Druck des in den Zylinderräumen eingeschlossene Druckfluids durch den Kolbenhub erhöht wird, bevor der Zylinderraum in Verbindung mit der Auslaßseite gelangt.

Eine derartige hydraulische Axialkolbenmaschine ist aus der DE 33 19 822 bekannt. Die Pumpe weist einen Niederdruck-Einlaßseite und eine Hochdruck-Auslaßseite auf, wobei zwischen der Niederdruck- und der Hochdruckseite eine Vorkompressionszone angeordnet ist. In dieser Vorkompressionszone ist ein Verbindungskanal vorgesehen, der eine Verbindung der Zylinderräume mit der Auslaßseite herstellt. In diesem Verbindungskanal ist ein Ventil angeordnet, das in Richtung zur Auslaßseite hin öffnet und verhindert, daß der Druck in den Zylinderräumen durch die Vorkompression auf unzulässig hohe Werte ansteigt und somit die Maschine beschädigt oder zerstört wird.

Bei einer Bewegung der Zylindertrommel von der Einlaß- zur Auslaßseite durchläuft der Zylinderraum die Vorkompressionszone, wodurch der Druck im Zylinderraum durch den Kolbenhub erhöht wird. Sobald der Zylinderraum die Öffnung zu dem Verbindungskanal freigibt, strömt Fluid über den Verbindungskanal und das Ventil in die Auslaßseite, falls der Druck in dem Zylinderraum den Druck an der Auslaßseite übersteigt. Der Druck in den Zylindern wird somit auf den am Auslaß anstehenden Druck begrenzt. Bei einer weiteren Bewegung wird der Zylinderraum zur Auslaßseite hin geöffnet.

Das Ventil öffnet hierbei, sobald der durch die Vorkompression in den Zylinderräumen anstehende Druck dem Druck der Auslaßseite entspricht. Bei Verdrängereinheiten mit verstellbarem Hubvolumen, die gegen verschieden hohe Drücke an der Hochdruckseite arbeiten, muß die Vorkompressionszone derartig ausgebildet sein, daß eine Druckerhöhung bis auf den maximalen Betriebsdruck der Maschine ermöglicht wird. Die Vorkompressionszone zwischen der Einlaß- und der Auslaßseite muß hierzu eine entsprechende Länge aufweisen, um die Vorkompression auf den maximalen Betriebsdruck zu ermöglichen.

Steht an der Auslaßseite ein nur geringer Druck an, entstehen durch die Vorkompression der Zylinderräume Verluste, wodurch die hydrostatische Verdrängereinheit mit einem schlechten Wirkungsgrad arbeitet.

Zudem kann nur ein Druckausgleich zwischen den Zylinderräumen und der Hochdruckseite hergestellt werden, falls der Druck durch die Vorkompression in den Zylinderräumen den Druck an der Hochdruckseite übersteigt und somit das Ventil öffnet.

Aus der DE-AS 12 11 943 ist eine als Pumpe oder Motor verwendbare hydraulische Axial- oder Radialkolbenmaschine mit umkehrbarer Drehrichtung bekannt, bei der über druckabhängig steuerbare Ventile das Umsteuerverhalten von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite und das Umsteuerverhalten von der Hochdruck- zur Niederdruckseite verbessert wird. Zwischen den Steuernieren sind hierbei Verbindungskanäle angeordnet, die über Ventile eine Verbindung der Zylinderräume mit den entsprechenden Steuernieren ermöglichen.

In der DE-OS 15 28 367 ist eine als Pumpe oder Motor betreibbare Axialkolbenmaschine mit einer Vorkompression zwischen der Einlaßsteuerniere und der Auslaßsteuerniere beschrieben. Im Bereich der Vorkompression zwischen der Einlaßsteuerniere und der Auslaßsteuerniere ist an der Steuerfläche ein mit der Auslaßsteuerniere in Verbindung stehender Verbindungskanal vorgesehen, in dem ein in Abhängigkeit vom Druck der Einlaßseite gesteuertes Ventil ange-

ordnet ist. Das Ventil sperrt den Verbindungskanal ab, sofern an der Einlaßseite Niederdruck ansteht und somit die Axialkolbenmaschine als Pumpe arbeitet im Motorbetrieb der Axialkolbenmaschine wird das Ventil durch den an der Einlaßseite anstehenden Hochdruck in eine Durchflußstellung beaufschlagt. Hierdurch wird erzielt, daß die Vorkompression lediglich im Pumpenbetrieb der Axialkolbenmaschine wirksam ist.

Zur Minderung der Pulsation ist als weitere Maßnahme bekannt, ein Speicherelement vorzusehen, das eine Angleichung des Druckes in den Zylinderräumen an den Druck der Hochdruckseite bewirkt.

Eine hydrostatische Maschine in Axialkolbenbauweise mit einer derartigen Speicherumsteuerung ist aus der DE 42 29 544 A1 bekannt. An der Maschine ist ein Speicherelement in Form eines ölfüllten Vorkompressionsvolumen vorgesehen, das mit dem Zylinderraum nach dem Durchlaufen des Totpunktes durch einen Verbindungskanal und eine Öffnung im Steuerspiegel in Verbindung gebracht wird. Dem Vorkompressionsvolumen wird hierbei Kompressionsöl entnommen, wodurch der Druck im Zylinder ansteigt. Die Befüllung des Vorkompressionsvolumens erfolgt durch eine mit der Hochdruckseite der Maschine in Verbindung stehende Leitung.

Ein weiterer Nachteil dieser Maßnahmen besteht darin, daß für eine wirksame Pulsationsminderung ein entsprechend groß dimensioniertes Vorkompressionsvolumen vorzusehen ist, um eine wirksame Pulsationsminderung zu erzielen. Dies erfordert jedoch einen entsprechend großen Bauraum für das Vorkompressionsvolumen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Maßnahmen in der Art und Weise weiterzuentwickeln, daß die Umsteuervorgänge der Zylinderräume von der Einlaß- auf die Auslaßseite weiter optimiert werden und die Pulsationen in einer weiten Bandbreite von Betriebszuständen wirksam minimiert werden.

Diese Aufgabe wird bei Verdrängereinheiten mit einer Speicherumsteuerung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kapazität des Speicherelements gegenüber einem ölfüllten Speicherelement erhöht und/oder mindestens ein weiterer Verbindungskanal vorgesehen ist, der die Zylinderräume mit dem Speicherelement oder mit einer Steuermierr der Verdrängereinheit verbindet, wobei in dem weiteren Verbindungskanal eine drosselnde Einrichtung angeordnet ist.

Die pulsationsmindernde Wirkung eines Speicherelements nimmt mit der Größe der Kapazität des Speicherelements zu. Um die Pulsation wirksam zu vermindern, wäre somit nötig, das Speicherelement mit einem entsprechend großen Ölvolumen auszustatten. Dadurch entsteht jedoch ein erheblicher Platzbedarf für das Speicherelement an der Verdrängereinheit.

Die Kapazität eines Speicherelements ist abhängig von dem Volumen und dem Kompressionsmodul der eingeschlossenen Medien. Durch eine Veränderung des Kompressionsmoduls kann somit die Kapazität des Speicherelements erhöht werden. Hierdurch ist es einerseits möglich, bei gleicher dämpfender und somit pulsationsmindernder Wirkung den Bauraum des erfindungsgemäßen Speicherelements gegenüber einem ölfüllten Speicherelement zu reduzieren. Andererseits wird bei einem gleich großen Bauraum durch eine Erhöhung der Kapazität eine verbesserte Pulsationsminderung erreicht.

Weiterhin hat sich in Versuchen gezeigt, daß die Umsteuervorgänge verbessert werden können und somit die Pulsation gemindert werden kann, wenn mindestens ein weiterer Verbindungskanal vorgesehen ist, der den Zylinderraum mit

dem Speicherelement verbindet und in dem eine drosselnde Einrichtung angeordnet ist.

Durch das Umsteuern bei einer als Pumpe arbeitenden Verdrängereinheit von der mit Niederdruck beaufschlagten Einlaß- auf die den Hochdruck führende Auslaßseite über mehrere Verbindungskanäle ist es möglich, den Zeitraum, der für den Druckausgleich zwischen dem Zylinderraum und dem Speicherelement zur Verfügung steht, zu vergrößern, so daß eine wirksame Pulsationsdämpfung in einer weiten Bandbreite von Betriebsparametern ermöglicht wird. Das Wiederbefüllen des Speicherelements kann hierbei durch mehrere drosselnde Verbindungskanäle erfolgen. Dadurch wird ebenfalls der Zeitraum zum Füllen des Speicherelements vergrößert. Bei hohen Relativgeschwindigkeiten des Zylinderraums zwischen der Einlaß- und der Auslaßseite wird somit ein Druckangleich des Speicherelements mit den Zylinderräumen und ein ausreichendes Befüllen des Speicherelements ermöglicht. Durch geeignete Wahl der drosselnden Einrichtungen in den Verbindungskanälen kann hierbei das Füllverhalten des Speicherelements variiert werden, um beispielsweise ein sehr langsames Befüllen des Speicherelements zu ermöglichen. Weiterhin kann das Umsteuerverhalten bei einer Pumpe, die ebenfalls als Motor arbeitet, wobei die Einlaßseite mit Hochdruck und die Auslaßseite mit Niederdruck beaufschlagt ist, verbessert werden. Das im Pumpenbetrieb mit der Auslaßseite in Verbindung stehende Speicherelement nimmt in dieser Betriebsart Kompressionsöl vom Zylinderraum auf. Durch die weitere Bewegung in Richtung der Auslaßseite nimmt im Motorbetrieb der Druck im Zylinderraum weiter ab, so daß ebenfalls eine Verbesserung der Umsteuervorgänge von der Hochdruck- auf die Niederdruckseite erzielbar ist. Das Speicherelement des Pumpenbetriebs kann somit ebenfalls das Umsteuerverhalten im Motorbetrieb verbessern.

Darüberhinaus hat sich gezeigt, daß das Geräuschverhalten einer hydraulischen Verdrängereinheit verbessert werden kann, wenn ein weiterer Verbindungskanal vorgesehen ist, der den Zylinderraum mit einer Steuermierr der Verdrängereinheit verbindet. Bei einer Verdrängereinheit, beispielsweise einer Pumpe, die ein mit der Auslaßsteuermierr in Verbindung stehendes Speicherelement aufweist, können durch einen weiteren Verbindungskanal im Steuerspiegel, der ebenfalls mit der Auslaßsteuermierr in Verbindung steht, die beim Umsteuern auftretenden Pulsationen vermindert werden. Durch eine geeignete Anordnung der Öffnung des zusätzlichen Verbindungskanals im Steuerspiegel der Verdrängereinheit ist es möglich, die kinetische Pulsation derart mit der kinematischen Pulsation zu überlagern, daß eine Glättung der sich aus dem kinematischen und dem kinetischen Anteil zusammengesetzten Pulsation erfolgt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß das Speicherelement als hydropneumatischer Speicher ausgebildet ist. Besonders vorteilhaft ist es, den hydropneumatischen Speicher als Gasspeicher mit einer das Ölvolumen vom Gasvolumen trennenden Membran auszugestalten.

Durch die Verwendung eines hydropneumatischen Speichers wird die Kapazität des Speicherelements gegenüber einem ölfüllten Speicherelement erhöht. Es ist somit möglich, in einem vorgegebene Bauraum ein Speicherelement mit einer größeren Kapazität anzuordnen oder den Bauraum gegenüber einem rein ölfüllten Speicherelement zu verringern, wobei die gleiche Kapazität des Speicherelements und somit die gleiche pulsationsmindernde Wirkung zur Verfügung steht.

Weiterhin ist es möglich, die Kapazität des Speicherelements zu erhöhen, indem das Speicherelement einen ölfüllten Raum mit einer nachgiebigen Umwandlung aufweist.

Eine weitere Erhöhung der Kapazität wird hierbei erreicht, wenn die nachgiebige Umwandlung des Speicherelements unter einer Gasvorspannung steht.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß das Speicherelement einen ölgefüllten Raum aufweist und in dem Raum nachgiebige Elemente, insbesondere Kunststoffelemente eingelegt sind. Durch diese Anordnung ist ebenfalls eine Erhöhung der Kapazität des Speicherelement möglich, wodurch sich eine verbesserte Pulsationsminderung ergibt.

Zur Lösung der obengenannten Aufgabe wird bei Verdrängereinheiten mit einer Vorkompressionseinrichtung und einem in Richtung zur Hochdruckseite öffnenden Ventil, das eine Verbindung der Zylinderräume mit der Hochdruckseite herstellt, erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß in dem Verbindungskanal eine drosselnde Einrichtung parallel zu dem Ventil angeordnet ist.

Erfindungsgemäß erfolgt hierbei die Verbindung des Zylinderraums mit der Hochdruckseite zum einen über das Ventil und zum anderen über die drosselnde Einrichtung. Es wird somit ermöglicht, daß Druckmittel vom Zylinderraum in die Hochdruckseite über das Rückschlagventil und über die drosselnde Einrichtung fließt. Im Pumpenbetrieb der Verdrängereinheit ist dadurch eine Anpassung des Druckes in den Zylinderräumen an den Druck an der Auslaßseite möglich, falls der Druck in den Zylinderräumen kleiner als der Druck an der Auslaßseite ist. Der Druck in den Zylinderräumen kann somit in vielen Betriebszuständen an den Druck an der Auslaßseite angepaßt werden. Die Umsteuervorgänge von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite werden verbessert, wodurch weniger Pulsationen an der Verdrängereinheit entstehen und somit die Verdrängereinheit mit weniger Geräuschen und Vibrationen arbeitet. Zudem wird es ermöglicht, die Länge der Vorkompressionszone zu reduzieren, da der Druck in den Zylinderräumen nicht auf den maximalen Betriebsdruck der Verdrängereinheit komprimiert werden muß.

Bei Verdrängereinheiten, bei denen die Vorkompressionseinrichtung als Vorkompressionszone ausgebildet ist und einen Verbindungskanal aufweist, der mit der Hochdruckseite in Verbindung steht, ist vorgesehen, daß der Verbindungskanal zwei parallel angeordnete Kanalabschnitte aufweist, wobei in einem ersten Kanalabschnitt das Ventil und in einem zweiten Kanalabschnitt die drosselnde Einrichtung angeordnet ist. Dadurch kann das Ventil und die drosselnde Einrichtung zu einem Drosselrückschlagventil zusammengefaßt werden, wodurch sich ein einfacher Einbau beispielsweise in den Steuerspiegel einer Verdrängereinheit ergibt.

Von besonderem Vorteil ist bei dieser Ausgestaltung weiterhin, wenn von dem Verbindungskanal mindestens ein weiterer mit einer drosselnden Einrichtung versehener Verbindungskanal abzweigt.

Durch das Umsteuern von der Einlaß- auf die Auslaßseite über mehrere Verbindungskanäle kann die Vorkompressionszone derart ausgestaltet werden, daß der Druck in den Zylinderräumen auf einen Druck unterhalb des maximalen Betriebsdrucks angehoben wird. Dadurch ist mit der erfindungsgemäßen Vorkompression ein verbesserter Wirkungsgrad gegenüber den bekannten Lösungen erreichbar. In Betriebszuständen, in denen der Druck an der Auslaßseite den Druck in den Zylinderräumen übersteigt, erfolgt der Druckausgleich mit der Auslaßseite über die drosselnden Verbindungskanäle. Der Zeitraum, der zum Druckausgleich des Zylinderraums mit der Auslaßseite zur Verfügung steht, kann durch die Verwendung mehrerer Verbindungsbohrungen vergrößert werden, so daß Pulsationen beim Umsteuern verringert werden.

Zweckmäßig ist es, die drosselnde Einrichtung als Blende

auszuführen. Es kann jedoch ebenfalls eine Drosselbohrung verwendet werden.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn an dem Verbindungskanal eine Vorsteuerkerbe angeordnet ist. Der Druckunterschied zwischen dem Zylinderraum und dem in dem Verbindungskanal anstehenden Druck wird allmählich abgebaut, wodurch sich eine weitere Verbesserung des Umsteuerverhalten sowohl bei einer Speicherumsteuerung als auch bei einer Ventulumsteuerung ergibt.

Die Erfindung kann sowohl bei Verdrängereinheiten in Axialkolbenbauweise mit einer rotierenden Zylindertrommel, beispielsweise einer Axialkolbenmaschine in Schrägachsen- oder Schrägscheibenausführung, als auch bei Verdrängereinheiten mit einem rotierenden Steuerspiegel, sogenannten Taumelscheibenmaschinen eingesetzt werden. Zudem ist eine Verwendung der Erfindung bei Radialkolbenmaschinen sowohl mit innerer als auch mit äußerer Beaufschlagung möglich.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 Eine schematische Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer Axialkolbenmaschine,

Fig. 2 und 3 einen Abwicklungsschnitt durch einen Steuerspiegel mit einem Speicherelement mit vergrößerter Kapazität,

Fig. 4 und 5 ein Speicherelement mit mehreren Verbindungskanälen, die das Speicherelement mit dem Zylinderraum verbinden, in einer Darstellung gemäß Fig. 2,

Fig. 6 und 7 ein Speicherelement mit einer vergrößerten Kapazität und mehreren Verbindungskanälen, die das Speicherelement mit dem Zylinderraum verbinden, in einer Darstellung gemäß Fig. 2,

Fig. 8 ein Speicherelement und einen Verbindungskanal, der eine Verbindung des Zylinderraums mit einer Steuerniere ermöglicht,

Fig. 9a und b weitere Ausgestaltungen des Speicherelements und

Fig. 10 und 11 einen Abwicklungsschnitt durch einen Steuerspiegel einer hydrostatischen Verdrängereinheit mit einer Vorkompressionseinrichtung.

Die Fig. 1 zeigt den Schnitt durch den Steuerspiegel 2 einer Axialkolbenmaschine mit zwei Steuernieren 5, 6, die jeweils mit der Niederdruck- und der Hochdruckseite eines hydraulischen Kreislaufs in Verbindung bringbar sind, wodurch die Verdrängereinheit sowohl als Pumpe als auch als Motor betreibbar ist. Die Zylinderräume der Axialkolbenmaschine weisen an ihrer dem Steuerspiegel 2 zugewandten Seite jeweils einen nierenförmigen Steuerschlitz 8 auf, der durch eine Rotationsbewegung der Zylindertrommel relativ zu einem feststehenden Steuerspiegel 2 oder des Steuerspiegels 2 relativ zu einem feststehenden Zylinderblock abwechselnd in Verbindung mit der Steuernieren 5, 6 steht. Bei einer Bewegung der Zylindertrommel in Richtung 50 bewegt sich der Zylinderraum von der Steuerniere 5, die beispielsweise die Niederdruckseite eines hydrostatischen Kreislaufes bildet, zur Steuerniere 6, die die Hochdruckseite darstellt. Ist die Steuerniere 5 der Druckmitteleinlaß und die Steuerniere 6 ein Druckmittelauslaß arbeitet die Verdrängereinheit als Pumpe. Falls bei gleichem Druckmitteleinlaß und Druckmittelauslaß die Steuerniere 5 mit der Hochdruckseite und die Steuerniere 6 mit der Niederdruckseite des Kreislaufes verbunden ist, wird die Verdrängereinheit als Motor betrieben. Eine Drehrichtungsumkehr kann durch eine Bewegung des Zylinderraums in Richtung 51 bewirkt werden. Bei entsprechender Beaufschlagung der Steuernieren 5, 6 mit Hochdruck oder Niederdruck ist hierbei ebenfalls der Betrieb als Motor und als Pumpe möglich. Eine Drehrichtungs-

umkehr kann bei einer Axialkolbenmaschine, die in nur einer Rotationsrichtung betrieben wird, ebenfalls durch ein Verschwenken einer Schrägscheibe über die senkrecht zur Drehachse liegende Mittelachse erfolgen.

Im Bereich des Trennsteges zwischen den Steuernieren 5 und 6 ist im Bereich A der Steuerniere 6 ein Verbindungskanal 10 angeordnet, an dem zusätzlich eine Vorsteuerkerbe 11 angeordnet sein kann. Der Verbindungskanal 10 steht bei einer Verdrängereinheit mit einer Speicherelementumsteuerung mit einem Speicherelement in Verbindung. Bei einer Pumpe, die in Richtung 50 betrieben wird und Druckmittel von der Steuerniere 5 ansaugt und in die Steuerniere 6 fördert, wird das Druckmittel im Zylinderraum auf annähernd den Druck an der Steuerniere 6 komprimiert, sobald die Zylinderniere 6 den Verbindungskanal 10 im Steuerspiegel freilegt. Das Umsteuerverhalten von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite wird dadurch verbessert. Für eine derartige im Einquadrantenbetrieb arbeitende Verdrängereinheit ist es ausreichend, ein Speicherelement zwischen der Niederdruck- und der Hochdrucksteuerniere in dem Bereich vor der Hochdrucksteuerniere anzuordnen. Dieselbe Anordnung eines Speicherelements ergibt sich für den reinen Motorbetrieb einer Verdrängereinheit.

Wird die Pumpe bei gleicher Drehrichtung ebenfalls als Motor eingesetzt, wobei die Steuerniere 6 mit Niederdruck und die Steuerniere 5 mit Hochdruck beaufschlagt ist, ist entsprechend im Bereich C der Steuerniere 5 ein Verbindungskanal mit einem Speicherelement vorzusehen. Das im Bereich A angeordneten Speicherelement verbessert hierbei gleichzeitig das Umsteuerverhalten von der Hochdruck- auf die Niederdruckseite. Weist die Verdrängereinheit darüber hinaus eine über die Mittelstellung verstellbare Schrägscheibe auf, wird hierdurch die Einlaß- und Auslaßseite vertauscht und somit eine Drehrichtungsumkehr erzielt. Mit den in den Bereichen A und C angeordneten Speicherelementen wird somit ebenfalls das Umsteuerverhalten sowohl von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite als auch von der Hochdruck- auf die Niederdruckseite für eine derartige im Vierquadrantenbetrieb arbeitende Verdrängereinheit verbessert. Werden bei einer Verdrängereinheit die Zylinderräume zur Förderrichtungsumkehr in Richtung 50 bewegt, sind entsprechend an den Bereichen B und D weitere Speicherelemente anzuordnen, um eine Pulsationsminderung für den Vierquadrantenbetrieb der Verdrängereinheit zu ermöglichen.

Jedes der zwei bzw. vier Speicherelemente einer im Vierquadrantenbetrieb arbeitenden Verdrängereinheit entspricht dem einzelnen Speicherelement einer im Einquadrantenbetrieb betriebenen Verdrängereinheit. Im folgenden ist eine Anordnung eines Speicherelements im Bereich A der Steuerniere 6 beschrieben. Das Speicherelement kann jedoch ebenfalls je nach Betrieb der Verdrängereinheit an den Bereichen B, C oder D oder an mehreren Bereichen angeordnet werden.

Bei einer Verdrängereinheit mit einer Vorkompressionsumsteuerung ist der Bereich zwischen den Steuernieren 5 und 6 als Vorkompressionszone ausgebildet. Die Steuerniere 5 ist beispielsweise mit Niederdruck und die Steuerniere 6 mit Hochdruck beaufschlagt. Der im Bereich A angeordnete Verbindungskanal 10 weist ein in Richtung zur Steuerniere 6 öffnendes Rückschlagventil mit einer parallel angeordneten drosselnden Einrichtung auf. Wird die Verdrängereinheit als Pumpe in Richtung 50 betrieben, wird der Druck in den Zylinderräumen an den Druck der Steuerniere 6 angeglichen, wobei bei einem Druck in den Zylinderräumen, der höher als der Druck an der Auslaßseite ist, das Rückschlagventil öffnet. In Betriebszuständen, in denen der durch die Vorkompression in den Zylinderräumen anste-

hende Druck geringer als der Druck an der Steuerniere 6 ist, kann ein Druckausgleich über die drosselnde Einrichtung erfolgen. Bei einem gleichzeitigen Betrieb als Motor mit gleicher Drehrichtung ist zusätzlich im Bereich C der Steuerniere 5 ein Drosselrückschlagventil vorzusehen, um das Umsteuern von der Niederdruck auf die Hochdruckseite zu verbessern. Bei einer Axialkolbenmaschine mit einer in Gegenrichtung verstellbaren Schrägscheibe kann mit diesen zwei Einrichtungen eine Pulsationsminderung im Vierquadrantenbetrieb ermöglicht werden. Bei einem Vierquadrantenbetrieb, der durch eine Drehrichtungsumkehr der Zylindertrommel in Richtung 51 erfolgt, sind in den Bereichen B und D weitere Verbindungskanäle mit Drosselrückschlagventile anzuordnen. Auch bei einer Verdrängereinheit mit einer Vorkompressionseinrichtung entspricht jedes Drosselrückschlagventil des Vierquadrantenbetriebs dem Drosselrückschlagventil des Einquadrantenbetriebs.

Die Fig. 2 zeigt einen abgewinkelten Schnitt durch eine hydrostatische Verdrängereinheit, beispielsweise eine Axialkolbenmaschine mit einem Steuerspiegel 2 und einer Zylindertrommel 3. Die Zylindertrommel 3 weist mehrere Zylinderbohrungen 4a auf, in denen nicht mehr dargestellte Kolben längsverschiebbar gelagert sind und Zylinderräume 4 bilden. Am Steuerspiegel 2 ist eine Einlaßseite und eine Auslaßseite in Form von Steuernieren 5, 6 vorgesehen, wobei die Einlaßseite beispielsweise mit der Niederdruckseite und die Auslaßseite mit der Hochdruckseite eines hydraulischen Kreislaufes verbunden ist. Die Axialkolbenmaschine arbeitet somit als Pumpe. Steht die Niederdruckseite mit einem drucklosen Behälter in Verbindung arbeitet die Pumpe in einem offenen Kreislauf.

Bei einer Bewegung der Zylindertrommel 3 relativ zum Steuerspiegel 2, beispielsweise durch eine Rotation der Zylindertrommel 3 relativ zu einem feststehenden Steuerspiegel 2 oder durch Rotation des Steuerspiegels 2 relativ zu einem feststehenden Zylinderblock 3, gelangen die Zylinderräume 4 abwechselnd mit der Niederdruck-Steuerniere 5 und der Hochdruck-Steuerniere 6 des Steuerspiegels 2 in Verbindung. Zwischen den Steuernieren 5 und 6 ist ein Steg 7 angeordnet, der zur Trennung der beiden Steuernieren 5, 6 vorgesehen ist und der im Bereich der Totpunkte der Längsbewegung der Kolben angeordnet ist. Die Zylinderräume 4 weisen an der den Steuernieren 5, 6 zugewandten Seite Steuerschlitze 8 auf, die nierenförmig ausgebildet sein können.

Zwischen den Steuerniere 5 und 6 ist ein Speicherelement 9 vorgesehen, das zur Dämpfung von Pulsationen dient, indem es den in den Zylinderräumen 4 vorhandenen Druck des Fluids an den an der Auslaßseite anstehenden Druck angleicht.

Hierzu ist ein Verbindungskanal 10 vorgesehen, der vom Speicherelement 9 ausgehend am Steg 7 des Steuerspiegels 2 mündet. In dem Verbindungskanal 10 ist eine Verengung in Form einer Drossel 11 angeordnet, durch die der durch den Verbindungskanal 10 fließende Volumenstrom beeinflussbar ist. Das Befüllen des Speicherelements erfolgt hierbei in der Zeit, in der der Zylinderraum 4 über den Steuerschlitz 8 in Verbindung mit der Hochdruck-Steuerniere 6 und dem Verbindungskanal 10 steht.

Bewegt sich die Zylindertrommel 3 in Richtung 14 beispielsweise von der Niederdruck- zur Hochdruckseite der Verdrängereinheit 1, strömt in einer ersten Phase der Bewegung Fluid in die Zylinderräume 4 ein, sobald die Steuerschlitze 8 der Zylinderräume 4 mit der Niederdruck-Steuerniere 5 in Verbindung gelangen. In einer weiteren Phase der Bewegung verschließt der Steuerschlitz 8 des Zylinders die Verbindung zur Niederdruck-Steuerniere 5. Sobald der Steuerschlitz 8 die Mündung zur Verbindungsleitung 10

freigibt, strömt Druckmittel aus dem Speicherelement 9 in den Zylinderraum 4, wodurch der Druck im Zylinderraum 4 auf annähernd den Druck an der Auslaßseite angeglichen wird. Bei der weiteren Bewegung der Zylindertrommel 3 gelangt der Steuerschlitz 8 des Zylinderraum 4 in Verbindung mit der Hochdruck-Steuerniere 6, so daß das in den Zylinderräumen 4 eingeschlossene Druckmittel an die Hochdruckseite der Verdrängereinheit 1 gefördert wird. Durch die Verwendung von Vorsteuerkerben 17 an der Hochdruck-Steuerniere 6 wird eine verbleibende Druckdifferenz zwischen den Zylinderräumen 4 und der Hochdruck-Steuerniere 6 langsam abgebaut. Das Umsteuern von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite einer derart als Pumpe ausgebildeten Verdrängereinheit wird dadurch verbessert. Bei einem Motorbetrieb, d. h. einer unter Hochdruck stehenden Steuerniere 5 und einer unter Niederdruck stehenden Steuerniere 6, nimmt das Speicherelement 9 Druckmittel aus den Zylinderräumen 4 auf, so daß der Druck in den Zylinderräumen 4 an den Druck an der Auslaßseite angeglichen wird. Das Entleeren des Speicherelements 9 erfolgt in der Zeit, in der die Zylinderniere 8 die Steuerniere 6 und gleichzeitig den Verbindungskanal 10 freilegt. Das Umsteuerverhalten von der Hochdruck- auf die Niederdruckseite wird somit ebenfalls verbessert.

Das Speicherelement 9 ist als hydropneumatischer Speicher, beispielsweise als Membranspeicher ausgebildet. Eine Membran 20 trennt den Speicher in zwei Räume, wobei ein erster Raum 21 mit Druckmittel und ein zweiter Raum 22 mit Gas, beispielsweise Stickstoff, gefüllt ist. Bei gleicher Dämpferwirkung gegenüber einem rein ölgefüllten Speicher kann ein Speicher mit einem wesentlich kleineren Bauraum verwendet werden. Dadurch kann der Bauraum eines erfindungsgemäßen Speicherelements verkleinert werden, oder bei gleich großem Bauraum eine verbesserte pulsationsmindernde Wirkung an der Verdrängereinheit erzielt werden.

Die Speisung oder das Entleeren des hydropneumatischen Speichers kann gemäß Fig. 3 ebenfalls durch einen Kanal 12 und eine Drossel 13 erfolgen, der mit der Auslaßseite in ständiger Verbindung steht. Durch die Drossel 13 ist der Volumenstrom zum Befüllen des Speicherelements 9 beeinflussbar.

Die Fig. 4 und 5 zeigen eine weitere Maßnahme zur Verminderung der Pulsation. Im Steuerspiegel 2 sind mehrere Verbindungskanäle 10 und 30 angeordnet, die das Speicherelement 9 mit den Zylinderraum 4 verbinden. Jeder Verbindungskanal 10, 30 weist eine Drossel 15 bzw. 35 auf. Das Speicherelement 9 kann hierbei sowohl mit der Steuerniere 6 gemäß Fig. 4 in intermittierender Verbindung oder gemäß Fig. 5 in ständiger Verbindung stehen. Der Zeitraum, der zum Druckausgleich mit den Zylinderräumen und zum Befüllen bzw. Entleeren des Speicherelements 9 zur Verfügung steht, wird durch die Verwendung mehrerer Verbindungskanäle 10, 30 vergrößert. Zudem kann durch unterschiedliche Wahl der Drosselquerschnitte der Drosseln 15, 35 eine stufenweise Anpassung des Druckes in den Zylinderräumen erfolgen. Der Druck in den Zylinderräumen kann dadurch beispielsweise auf annähernd den Druck an der Hochdruck-steuerniere 6 angehoben werden, ohne daß die pulsationsmindernde Wirkung des Speicherelements 9 verloren geht.

Die Kombination eines Speicherelements 9 mit einer vergrößerten Kapazität und eines weiteren Verbindungskanals 30, der eine Verbindung des Speicherelements 9 mit dem Zylinderraum 4 ermöglicht, verdeutlicht Fig. 6 und 7. Mittels mehrerer Verbindungskanäle 10, 30 wird das Umsteuerverhalten ebenfalls bei Speicherelementen mit einer vergrößerten Kapazität erheblich verbessert. Das Speicherelement 9 kann mit der Auslaßseite in intermittierender (Fig. 6) oder ständiger Verbindung (Fig. 7) stehen.

Die Fig. 8 zeigt eine weitere Maßnahme zur Geräuschreduzierung an hydraulischen Verdrängereinheiten. Zusätzlich zum Speicherelement 9, das über den Verbindungskanal 10 mit dem Zylinderraum 4 in Verbindung steht, ist ein weiterer Verbindungskanal 30 vorgesehen, der den Zylinderraum mit der Steuerniere 6 verbindet. Durch eine geeignete Anordnung der Verbindungskanäle 10 und 30 im Steuerspiegel 2 ist es möglich, den kinetischen Anteil der Pulsation mit dem kinematischen Anteil zu überlagern, so daß die aus dem kinetischen und dem kinematischen Anteil zusammengesetzte Pulsation geglättet wird. Der Verbindungskanal 30 und 10 kann hierbei bezüglich der Lage am Steuerspiegel vertauscht werden, so daß der Zylinderraum 4 bei einer Bewegung in Richtung 14 zuerst die Öffnung zum Verbindungskanal 10 und dem Speicherelement 9 freigibt. Zudem können weitere Verbindungskanäle zur Verbindung des Speicherelements mit dem Zylinderraum 4 vorgesehen werden. Darüberhinaus ist ebenfalls möglich, das Speicherelement mit einer vergrößerten Kapazität auszugestalten.

Die Fig. 9a und 9b zeigen weitere Ausgestaltungen des Speicherelements 9. In Fig. 9a ist das Speicherelement 9 als ölgefüllter Raum 40 ausgeführt, in den nachgiebige Elemente 43 eingelegt sind. Diese Elemente sind beispielsweise aus Kunststoff. Dadurch wird die Kapazität des Speicherelements 9 erhöht, wodurch einerseits eine Reduzierung des notwendigen Bauraums und andererseits eine Verbesserung der Umsteuervorgänge gegenüber einem ölgefüllten Speicherelement ermöglicht wird.

Das Speicherelement 9 gemäß der Fig. 9b weist einen ölgefüllten Raum 40 ausgeführt, der mit einer nachgiebigen Wand 41 abgegrenzt ist. Hierdurch wird die Kapazität des Speicherelements 9 erhöht. Steht die nachgiebige Wand unter einer Gasvorspannung 42, ist eine weitere Erhöhung der Kapazität des Speichers 9 möglich. An der Verdrängereinheit wird somit die Pulsation wirkungsvoll vermindert, wodurch ebenfalls weniger Vibrationen und eine geringere Geräuschentwicklung an der Verdrängereinheit auftreten.

Die Fig. 10 und 11 zeigen einen Steuerspiegel 2 einer Verdrängereinheit, wobei der Steg 7 zwischen den Steuernieren 5 und 6 als Vorkompressionszone ausgebildet ist. Die Steuerniere 5 stellt hierbei beispielsweise den Druckmitteleinlaß dar, der mit Niederdruck beaufschlagt ist. Zur Verbesserung der Umsteuervorgänge ist in der Vorkompressionszone ein Verbindungskanal 10 angeordnet, der in einen Abschnitt 50a und einen Abschnitt 50b aufzweigt und eine Verbindung der Vorkompressionszone mit der Hochdruckseite herstellt. In dem Abschnitt 50b des Verbindungskanals 10 ist ein in Richtung zur Auslaßseite öffnendes Rückschlagventil 52 angeordnet. Parallel zum Rückschlagventil 10 ist im Abschnitt 50a ein drosselndes Bauelement 51 vorgesehen. Durch die Parallelschaltung des Rückschlagventils 52 und des drosselnden Bauelements 51 wird ein Drosselrückschlagventil 57 gebildet, das auf einfache Weise in den Steuerspiegel der Verdrängereinheit eingebaut werden kann.

In der Verdrängereinheit gemäß Fig. 11 ist zusätzlich zum Drosselrückschlagventil 57 ein weiterer Verbindungskanal 55 mit einem drosselnden Bauelement 56 vorgesehen.

Bewegt sich ein Zylinderraum 4 in Richtung 14 strömt Druckmittel aus der Steuerniere 5 in den Zylinderraum 4 ein, solange der Zylinderraum 4 mit der Steuerniere 5 in Verbindung steht. Sobald der Steuerschlitz 8 die Steuerniere 5 verschließt, bewegt sich der Zylinderraum 4 entlang des Steges 7 und somit der Vorkompressionszone, wobei das in dem Zylinderraum 4 eingeschlossene Fluid durch den Hub des Kolbens komprimiert wird. Sobald der Steuerschlitz 8 die Öffnung im Steuerspiegel 7 zur Verbindungsbohrung 10 freigibt, findet ein Druckausgleich zwischen dem Druck im Zylinderraum 4 und dem Druck an der Auslaß-Steuerniere 6

statt. Ist der durch die Vorkompression im Zylinderraum 4 anstehende Druck höher als der Druck an der Steuerniere 6, öffnet das Rückschlagventil 52, wodurch der Zylinder 4 über den Verbindungskanal 10, den Abschnitt 50b und das Rückschlagventil 52 mit der Steuerniere 6 in Verbindung steht.

Sofern der Druck im Zylinderraum 4 den an der Steuerniere 6 anstehenden Druck nicht übersteigt, steht der Zylinderraum 4 über den Verbindungskanal 10, den Abschnitt 50a und das drosselnde Bauelement 51 mit der Steuerniere 6 in Verbindung. Es findet somit ebenfalls ein Druckangleich des Druckes in dem Zylinderraum 4 und dem Druck an der Steuerniere 6 statt.

Bei der weiteren Bewegung des Zylinderraum 4 in Richtung 14 öffnet der Zylinderraum direkt in die Hochdrucksteuerniere 6. Aufgrund des Druckangleichs zwischen den Zylindern 4 und der Auslaßseite 6 treten nur geringe Pulsationen auf. Um mögliche Restdruckdifferenzen langsam abzubauen, ist an der Steuerniere 6 eine Vorsteuerkerbe 19 angeordnet.

Bei Verdrängereinheiten mit einer Vorkompressionszone, die gegen verschieden hohe Drücke an der Auslaßseite arbeiten, werden die Umsteuervorgänge weiter optimiert und somit die Pulsation in einer weiten Bandbreite von Betriebszuständen wirksam minimiert. An der Verdrängereinheiten treten somit geringe Vibrationen und Geräusche auf.

Durch die Verwendung mehrerer Verbindungskanäle wird das Umsteuerverhalten weiter verbessert. Bei Verdrängereinheiten, die zusätzlich im Motorbetrieb betrieben werden, kann durch eine entsprechende Anordnung der Verbindungsbohrungen ein Druckanstieg auf hohe Werte in den Zylinderräumen 4 bei einer Bewegung von der Hochdrucksteuerniere 5 zur Niederdrucksteuerniere 6 aufgrund der Vorkompression vermieden werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Pulsationsverminderung an einer, insbesondere als Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine ausgebildeten hydrostatischen Verdrängereinheit (1), die sowohl als Pumpe als auch als Motor mit jeweils umkehrbarer Drehrichtung einsetzbar ist, wobei mindestens ein Kolben in einer Zylinderbohrung (4a) längsverschieblich gelagert ist und einen Zylinderraum (4) bildet und wobei die Vorrichtung ein Speicherelement (9) aufweist, das mit dem Zylinderraum (4) über einen Verbindungskanal (10) in Verbindung bringbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität des Speicherelements (9) gegenüber einem ölfüllten Speicherelement vergrößert und/oder mindestens ein weiterer Verbindungskanal (30) vorgesehen ist, der den Zylinderraum (4) mit dem Speicherelement (9) oder mit einer Steuerniere (6) der Verdrängereinheit (1) verbindet, wobei in dem weiteren Verbindungskanal (30) eine drosselnde Einrichtung (35) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Speicherelement (9) als hydropneumatischer Speicher ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Speicherelement (9) als Gasspeicher mit einer das Ölvolumen (21) vom Gasvolumen (22) trennenden Membran (20) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Speicherelement (9) einen ölfüllten Raum (40) mit einer nachgiebigen Umwandung (41) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die nachgiebige Umwandung (41) unter einer Gasvorspannung (42) steht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Speicherelement (9) einen ölfüllten Raum aufweist und in den Raum nachgiebige Elemente (43), insbesondere Kunststoffelemente eingelegt sind.

7. Vorrichtung zur Pulsationsminderung an einer, insbesondere als Axialkolbenmaschine oder Radialkolbenmaschine ausgebildeten hydrostatischen Verdrängereinheit (1), die sowohl als Pumpe als auch als Motor mit jeweils umkehrbarer Drehrichtung einsetzbar ist, wobei mindestens ein Kolben in einer Zylinderbohrung (4a) längsverschieblich gelagert ist und einen Zylinderraum (4) bildet und wobei die Vorrichtung eine zwischen einer Niederdruck- und einer Hochdruckseite angeordnete, mit einem in Richtung zur Hochdruckseite öffnenden Ventil (52) versehene Vorkompressionseinrichtung aufweist, die eine Verbindung des Zylinderraumes (4) mit der Hochdruckseite herstellt, sobald der Druck im Zylinderraum (4) den Druck an der Hochdruckseite (6a) übersteigt, dadurch gekennzeichnet, daß eine drosselnde Einrichtung (51) parallel zu dem Ventil (52) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Vorkompressionseinrichtung als Vorkompressionszone ausgebildet ist und einen Verbindungskanal aufweist, der mit der Hochdruckseite in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungskanal zwei parallel angeordnete Kanalabschnitte aufweist, wobei in einem ersten Kanalabschnitt das Ventil (52) und in einem zweiten Kanalabschnitt die drosselnde Einrichtung (51) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Verbindungskanal (10) mindestens ein weiterer mit einer drosselnden Einrichtung (56) versehener Verbindungskanal (55) abzweigt.

10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die drosselnde Einrichtung (35, 51, 55) als Blende ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Verbindungskanal (10; 30; 55) eine Vorsteuerkerbe (11) angeordnet ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

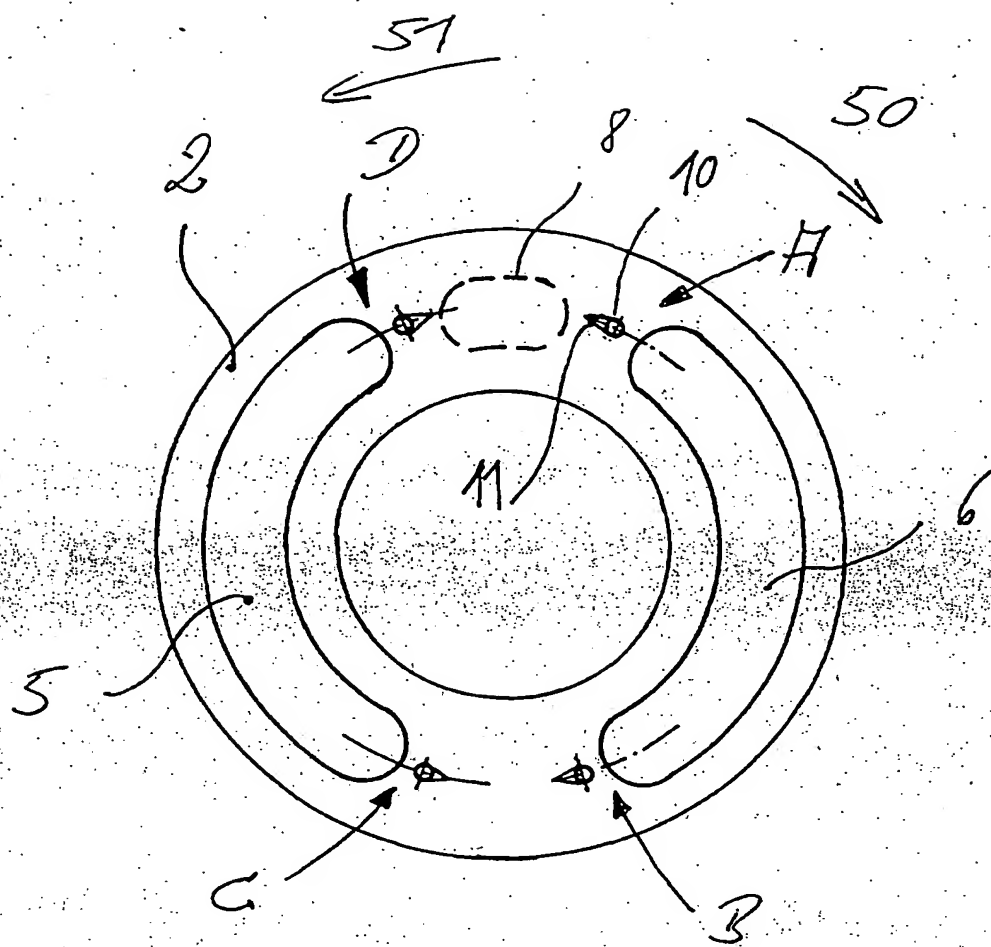
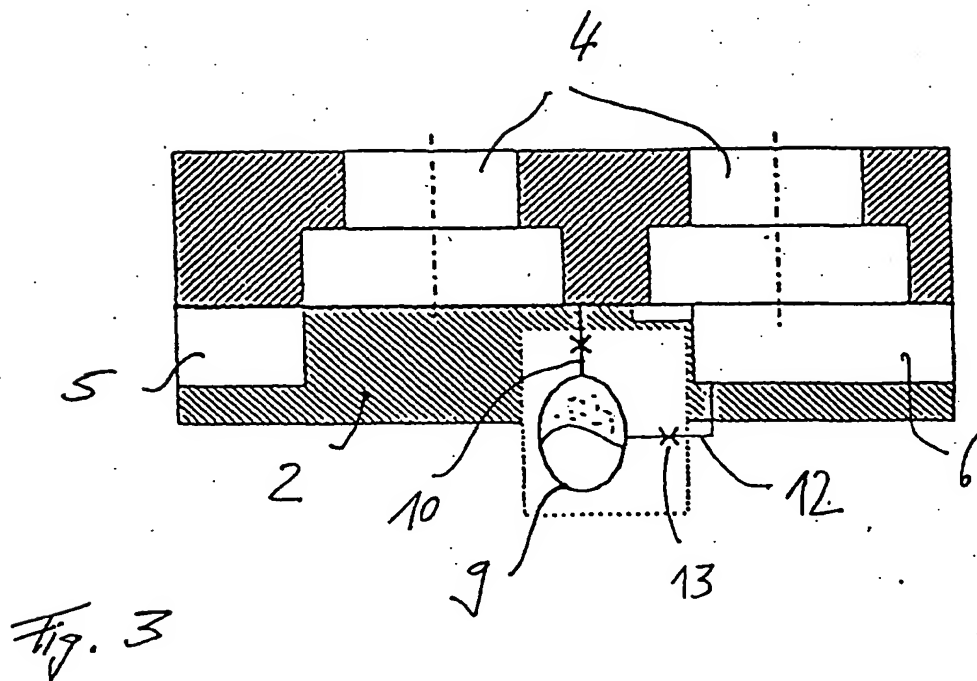
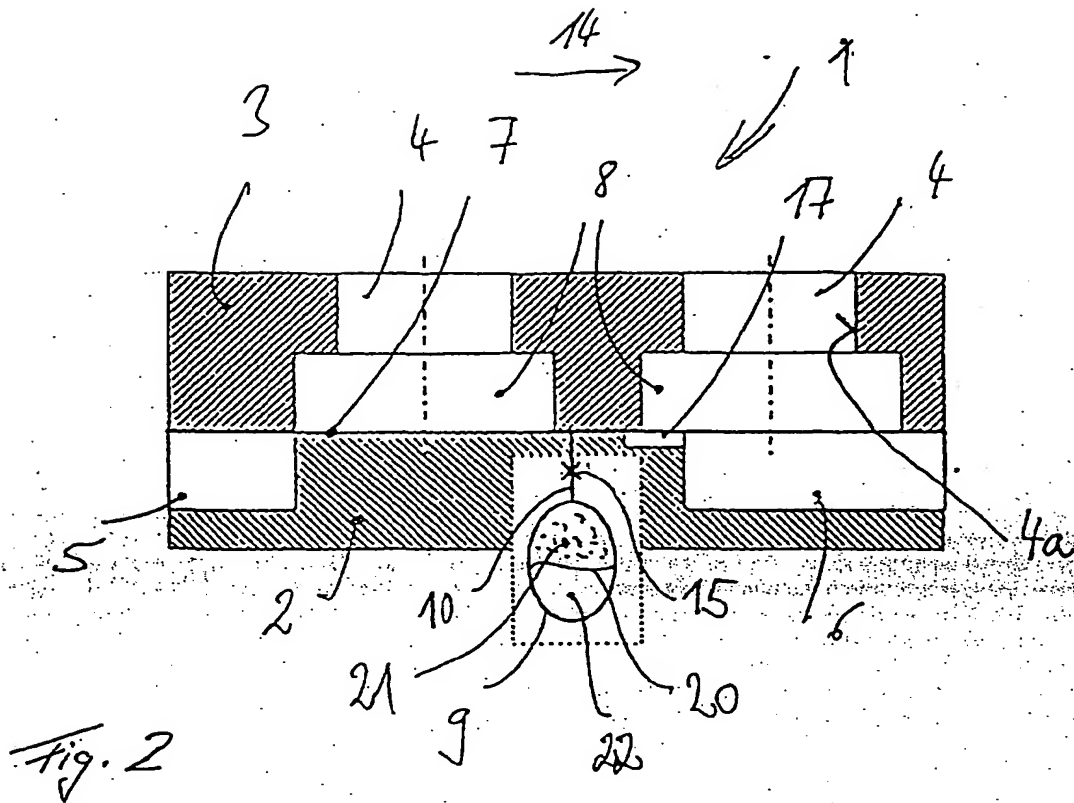


Fig. 1



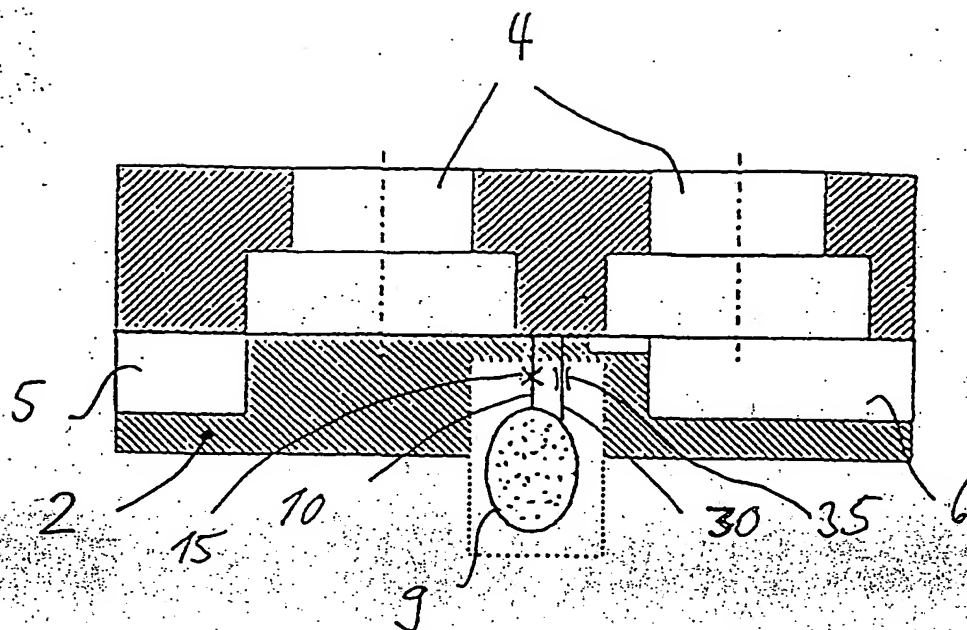


Fig. 4

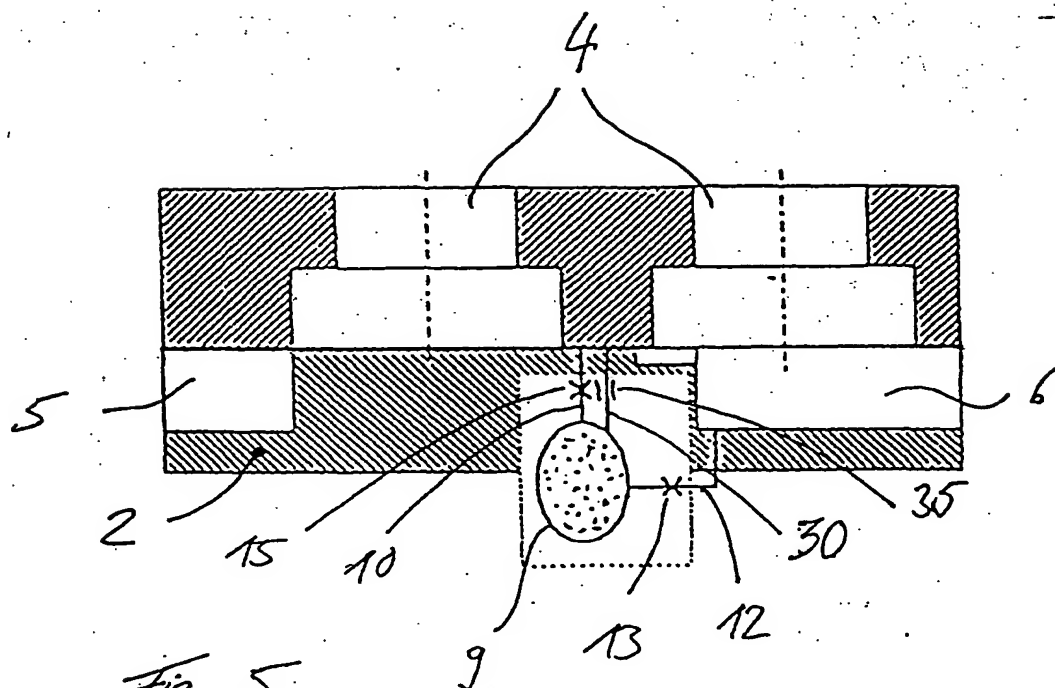
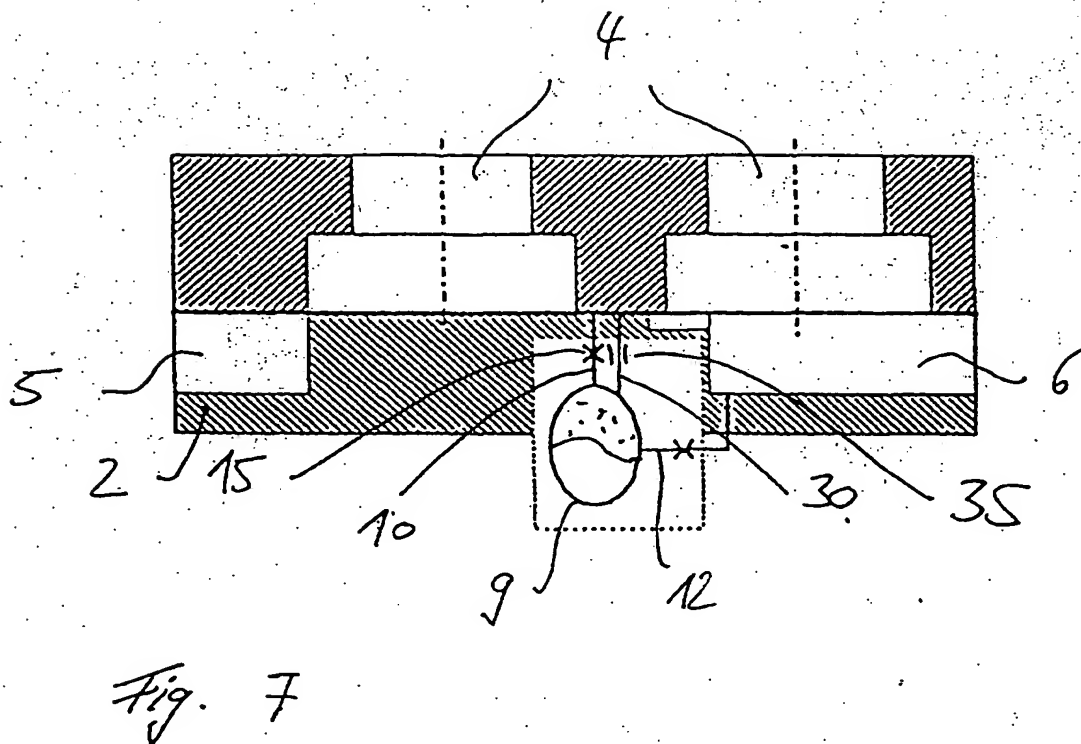
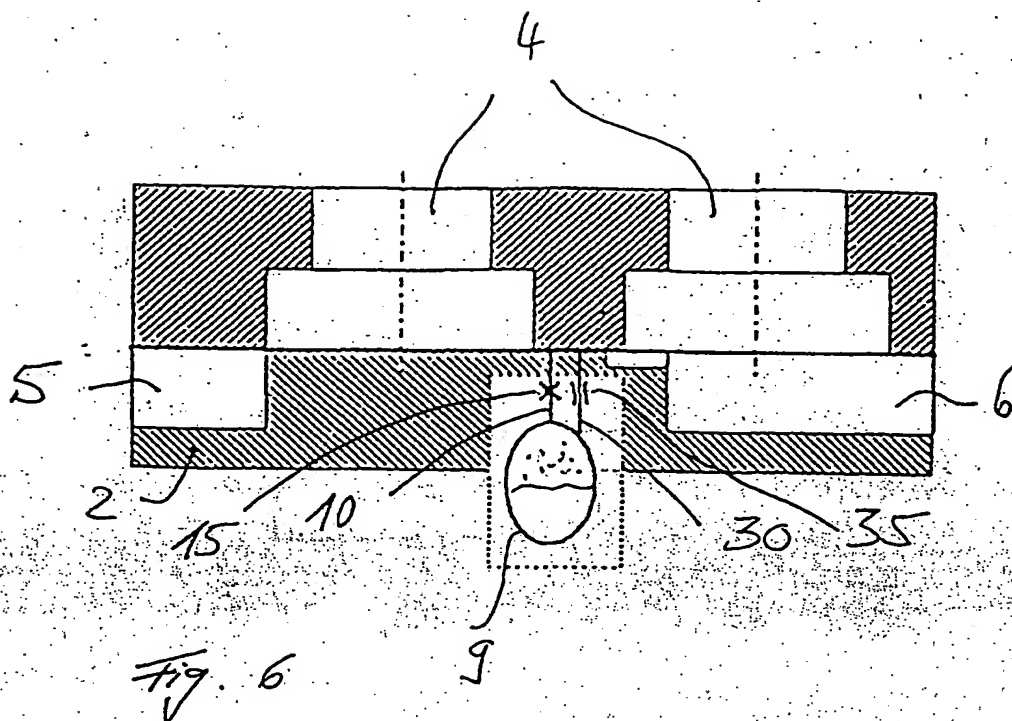


Fig. 5



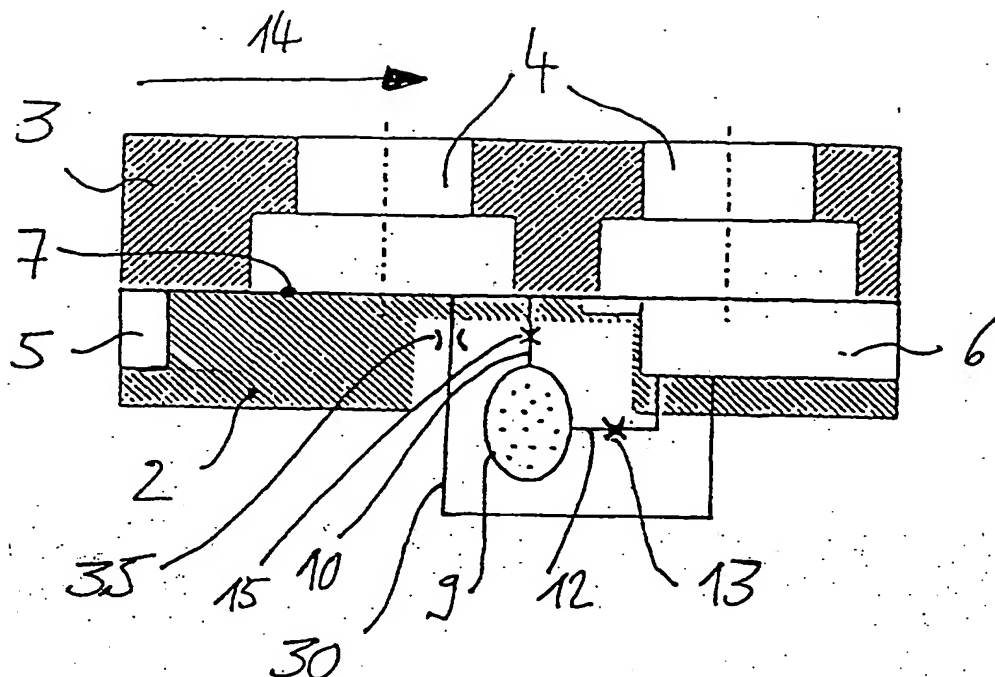


Fig. 8

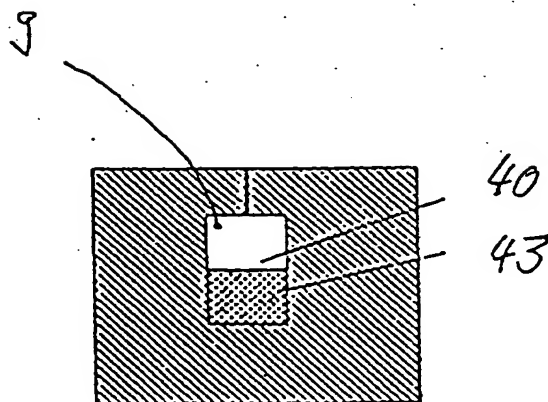


Fig. 9a

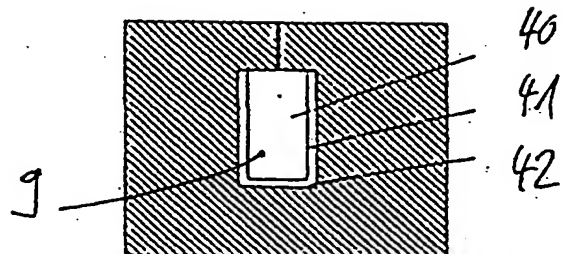


Fig. 9b

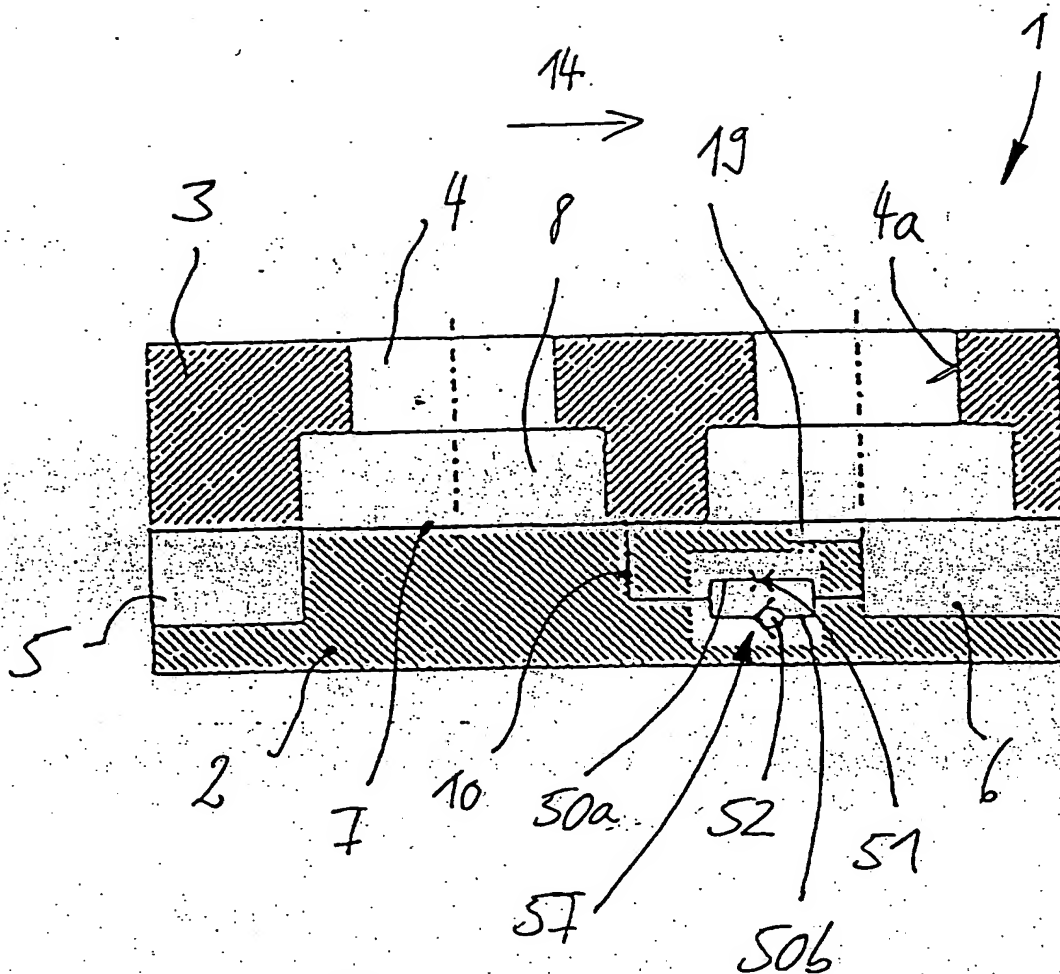


Fig. 10

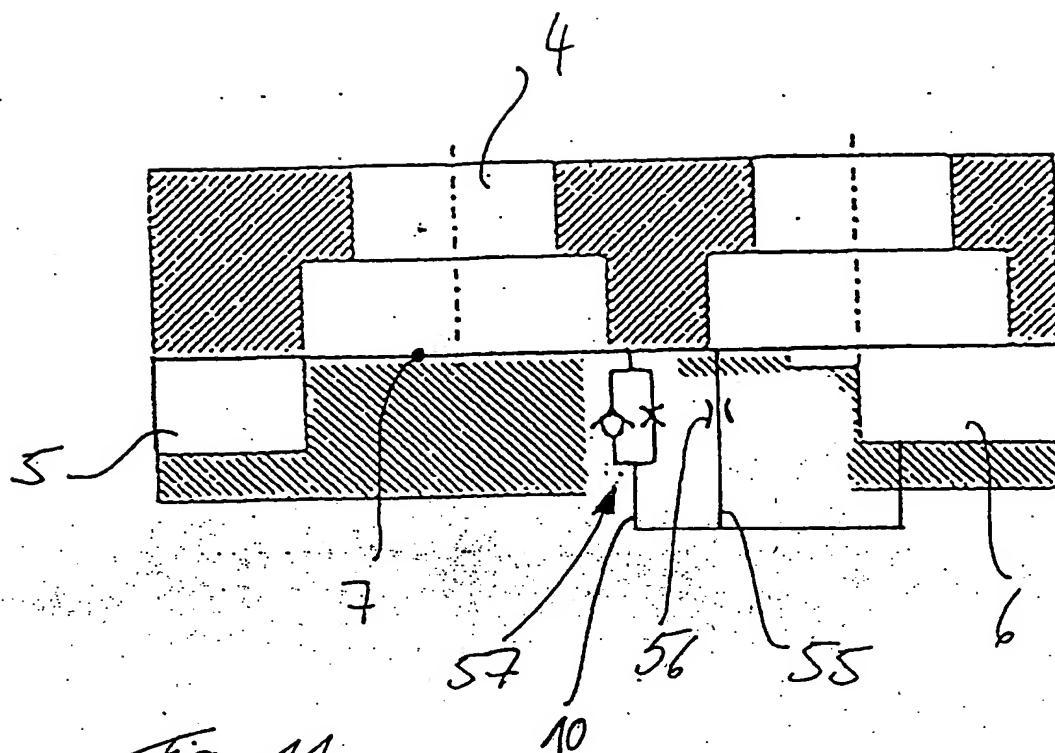


Fig. 11